

⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

Patentschrift

⑯ DE 36 36 669 C 2

⑮ Int. Cl. 7:
A 61 M 15/00

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑯ Patentinhaber:

Siemens AG, 80333 München, DE

⑯ Erfinder:

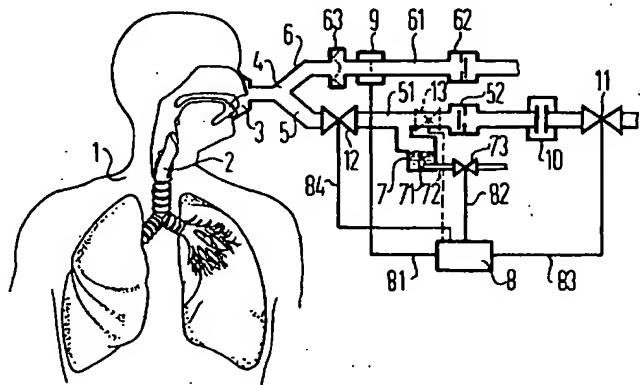
Jonson, Björn, Prof. Dr., Lund, SE

⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 28 40 762 C3
DE 23 46 730 B2
DE 29 36 433 A1
DE 28 09 255 A1
US 40 94 317

⑯ Anordnung zur Zufuhr von Aerosol zu den Luftwegen und/oder Lungen eines Patienten

⑯ Anordnung zur Zufuhr von Aerosol zu den Luftwegen und/oder Lungen eines Patienten mit je einer Inspirations- und einer davon getrennten Exspirationsleitung, einem an die Inspirationsleitung angeschlossenen Aerosolgenerator sowie einer Einrichtung zum Erfassen des Atemrhythmus des Patienten, über die der Aerosolgenerator derart gesteuert ist, dass das Aerosol während der Exspirationsphase erzeugt und in der Inspirationsleitung deponiert wird, dadurch gekennzeichnet, dass der Aerosolgenerator in unterschiedlichen Abständen vom Patienten an die Inspirationsleitung anschließbar ist.



Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur Zufuhr von Aerosol zu den Luftwegen und/oder Lungen eines Patienten gemäss dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Bei unterschiedlichsten Erkrankungen der Luftwege besteht eine übliche Therapieform darin, dass pharmakologisch wirksame Substanzen oder Wasser in Aerosolform den Luftwegen zugeführt werden. Das Aerosol wird in einem Aerosolgenerator erzeugt, wie er beispielsweise aus der DE 23 46 730 B2 bekannt ist.

Eine bekannte Arbeitsweise für Anordnungen zur Zufuhr von Aerosol besteht darin, dass der Aerosolgenerator während der Inspirationsphase des Patienten aktiviert wird. Übliche sogenannte Asthmazerstäuber arbeiten auf diese Art und Weise. Dabei kann die Aerosolerzeugung durch den Patienten selbst oder einen Therapeuten per Hand ausgelöst werden, wobei man versucht, den Zeitpunkt dafür an die Inspiration des Patienten anzupassen. Hierbei ist es schwer, den richtigen Zeitpunkt und die richtige Dosierung einzustellen. Zusätzlich entsteht das Problem, dass die Groesse der Aerosoltröpfchen stark schwankt, da diese unmittelbar nach der Erzeugung oft einer schnellen Veränderung unterliegen. Die gezielte Zuführung des Aerosols zu einem bestimmten Platz in den Lungen oder Luftwegen ist damit nicht sicher zu erreichen.

Andere Anordnungen arbeiten mit einer kontinuierlichen Aerosolerzeugung während des gesamten Atemzyklus. Bei der Respiratorbehandlung kann eine derartige Aerosolerzeugung unter Umständen die Atmung stören. Weiterhin ist es dabei nicht möglich, die oft gewünschte Aerosolzufuhr nur während eines Teiles der Inspiration vorzunehmen oder gezielt das Aerosol nur einem gewissen Abschnitt der Luftwege oder Lungen zuzuführen. Es kommt hinzu, dass das Aerosol auch an unerwünschten Bereichen der Luftwege und/oder Lungen deponiert wird und nur ein kleiner Teil der oft sehr teuren Substanzen die gewünschten Bereiche im Beatmungstrakt erreicht.

Bei anderen bekannten Anordnungen arbeitet der Aerosolgenerator unsynchronisiert zum Atemzyklus und erzeugt das Aerosol in einem Behälter, der während dieser Erzeugung nicht an die Luftwege angeschlossen ist. Das darin gelagerte Aerosol wird vom Patienten inhalet, nachdem der Behälter an die Luftwege angeschlossen wurde. Diese Arbeitsweise ist insbesondere bei der Respiratortherapie technisch kompliziert, wenn kontinuierlich oder häufig wiederholt gleiche Mengen Aerosol inhalet werden sollen.

Zur besseren Dosierung der Aerosolzufuhr ist aus der DE 28 09 255 A1 bereits ein Dosierungssystem bekannt, bei dem die Verabreichung von Aerosol während einer vorbestimmten Zeitdauer von 0,1 bis 1,0 Sekunden erfolgt. Hierbei wird die Abkühlung eines Thermistors durch das eingeatmete Gas als Steuersignal verwendet. Das Thermistorsignal löst die Druckgaszufuhr zu einem Aerosolgenerator für die vorbestimmte Zeit aus. Anschliessend beendet der Patient den Atemvorgang mit reiner Raumluft.

Bei einer weiteren bekannten Anordnung zur Zufuhr von Aerosol zu den Beatmungstrakten ist ein Respirator mit separaten Inspirations- und Exspirationsleitungen an einem Patienten angeschlossen. Der Aerosolgenerator mündet direkt in die Inspirationsleitung. Das Beatmungsgas wird am Ende einer Inspirationsphase dem Atemgasstrom entzogen und am Beginn der nächsten durch den Vernebler der Inspirationsleitung wieder zugeführt. Dadurch soll erreicht werden, dass während einer kurzen Zeitspanne im ersten Teil der Inspirationsphase das Aerosol zugeführt wird (DE 28 40 762 C3).

Um den passenden Zeitpunkt für die Aerosolzufuhr bes-

ser einstellen zu können, ist in einer weiteren bekannten Anordnung gemäss der DE 29 36 433 A1 vorgesehen, dass mit der Steuerung des Beatmungsgerätes der Aerosolgenerator signalverknüpft ist. Die Zuschaltung des Aerosolstromes zum Beatmungsgas wird druck- oder zeitabhängig gesteuert. Entsprechend der gewünschten Verteilung des Aerosols im Atemtrakt wird der Aerosolstrom in Abhängigkeit von einem erreichten Inspirationsdruck oder verzögert gegenüber dem Beginn der Inspirationsphase dem Atemgasstrom zugeschaltet. Hierzu ist der Aerosolgenerator an der Inspirationsleitung zwischen Beatmungsgerät und Patienten angeschlossen. Für die Exspiration ist eine separate Leitung vorgesehen. Weiterhin kann auch die Dauer der Aerosolerzeugung und damit die zugeführte Menge sowie die Tropfchengrösse für die Verwendung in unterschiedlichen Bereichen des Beatmungstraktes eingestellt werden. Unabhängig vom Atemgasstrom kann die Produktivität des Aerosolgenerators und dessen Spektrum verändert werden.

Aus der US 4,094,317 ist eine weiter Anordnung zu Zufuhr von Aerosol zu den Luftwegen eines Patienten bekannt, die eine Inspirations- und eine Exspirationsleitung sowie einen an die Inspirationsleitung angeschlossenen Aerosolgenerator aufweist. Dieser besteht aus einer Wechselwirkungskammer mit einem Reservoir, in dem sich die zu vernebelnde Flüssigkeit befindet und das mit einem Ultraschallvernebler in Verbindung steht. Die Wechselwirkungskammer weist Mittel, z. B. eine Kugel, auf, die das erzeugte Aerosol grösstenteils vor der Inspiration darunter hält. Das Aerosol wird während der Exspirationsphase erzeugt und zu Beginn der Inspirationsphase, wenn die Luft durch die Wechselwirkungskammer strömt, als ein Aerosolbolus dem Patienten zugeführt. Mit dieser bekannten Anordnung ist lediglich die Aerosolzufuhr zu einem festen Zeitpunkt innerhalb der Inspirationsphase, nämlich zu deren Beginn möglich, so dass eine Aerosolversorgung anderer Luftwegs- oder Lungenteile ausser den Alveolen nicht möglich ist. Ausserdem ist mit dieser Anordnung nur eine ungenaue Volumenbestimmung des erzeugten Aerosols möglich, da die Kugel die Wechselwirkungskammer nur teilweise verschliesst.

Bei all diesen bekannten Anordnungen besteht nach wie vor die Schwierigkeit, den passenden Zeitpunkt im Atemzyklus genau einzustellen, um gezielt den gewünschten Bereich im Beatmungstrakt mit Aerosol versorgen zu können. So ist beispielsweise der Druck in den Atemwegen nicht immer ein verlässlicher Parameter für die bereits zugeführte Atemgasmenge. Widerstände in den Luftwegen wie Schleim oder Husten des Patienten können zu erheblichen Drucksteigerungen führen. Auch die einfache Zeitverzögerung zum Beginn der Inspirationsphase ist nicht in allen Fällen ein Mass für die zugeführte Gasmenge. Darüberhinaus wird – abgesehen von der unsynchronisierten Aerosolerzeugung in einem nicht an die Atemwege angeschlossenen Behälter – bei den anderen Anordnungen das Aerosol stets unmittelbar vor dem Inhalieren durch den Patienten erzeugt. Wie bereits ausgeführt, besteht dabei das Problem, dass die Tropfchengrösse des Aerosols schnellen Veränderungen unterliegt und es damit schwierig ist, eine gezielte Tropfchengrösse für die Behandlung bestimmter Bereiche des Beatmungstraktes zu erhalten.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Anordnung der eingangs genannten Art so zu verbessern, dass auf einfache Art und Weise die gezielte Aerosolzufuhr zu ausgewählten Bereichen des Beatmungstraktes unter Einhaltung eines wählbaren Tropfchenspektrum möglich ist. Die Anordnung soll dabei unabhängig davon funktionieren, ob der Patient spontan atmet oder ob er an einen Respirator für künstliche oder unterstützende Ventilation der

Luftwege und/oder der Lungenluft geschlossen ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss durch die Kennzeichen des Patentanspruches 1 gelöst.

Im Gegensatz zu den bekannten Anordnungen wird bei der Anordnung gemäss der vorliegenden Erfindung das Aerosol während der Exspirationsphase erzeugt und in der Inspirationsleitung in einem Abstand vom Patienten deponiert der so wählbar ist, dass das Aerosol dem ausgewählten Bereich des Beatmungstraktes zugeführt wird. Dadurch besteht genügend Zeit bis zur nächsten Inspirationsphase, damit sich ein stabiles Tröpfchenspektrum einstellen kann. Weiterhin wird das mit Aerosol angereichert Atemgas in der Inspirationsleitung volumenmässig exakt zum richtigen Zeitpunkt den Lungen und/oder Atemwegen unabhängig davon zugeführt, wie gross der Fluss ist und welchen Schwankungen er möglicherweise unterworfen ist.

Durch die Grosses der Inspirationsleitung kann beispielsweise das zugeführte Aerosolvolumen festgelegt werden.

In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass das Aerosol in einem vorbestimmten Bereich der Inspirationsleitung deponiert wird. Versuche haben dabei gezeigt, dass bis zur Inspirationsphase keine nennenswerte Vermischung mit den anderen Bereichen erfolgt, so dass die mit Aerosol angereicherte Luftsäule in der Inspirationsleitung bei der Inhalation als definierte Luftsäule in den Beatmungstrakt gelangt. Dadurch ist es vorteilhaft möglich, mit einem grösseren Volumen der Inspirationsleitung unterschiedlich grosse Aerosolvolumina einem Patienten zuzuführen. Eine konstruktiv einfache Lösung sieht dazu vor, dass der Aerosolgenerator in unterschiedlichem Abstand vom Patienten an die Inspirationsleitung anschliessbar ist. Dazu können mehrere ventilgesteuerte Leitungen vorgesehen sein, die an unterschiedlichen Orten entlang der Inspirationsleitung in diese einmünden.

Unabhängig davon, welche Art von Aerosolgenerator verwendet wird, ist dieser in einer vorteilhaften Weiterbildung über ein Ventil an eine Gasquelle angeschlossen, wobei der Fluss des durch den Aerosolgenerator hindurchströmenden Gases einstellbar ist. Hierdurch kann die Menge des erzeugten Aerosols und auch die zunächst erzeugte Tropfchengrösse und damit auch die sich nach einer Zeit stabil einstellende Tropfchengrösse eingestellt werden.

In Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass der Atemrhythmus des Patienten mit einem Flussmesser erfasst wird, der in der Inspirations- und/oder Exspirationsleitung angeordnet ist. Hierdurch ist es möglich, den Atemrhythmus unabhängig davon zu ermitteln, ob der Patient spontan atmet oder an einen Respirator angeschlossen ist. In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist weiterhin vorgesehen, dass der Atemgasfluss während der Inspirationsphase einstellbar ist. Dadurch kann die Anreicherung des Aerosols in einem bestimmten Bereich des Beatmungstraktes weiter verbessert werden. Insbesonder ist es damit möglich, eine interinspiratorische oder postinspiratorische Pause vorzusehen. Bei Verwendung eines Respirators kann der Flussmesser in diesem integriert sein.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass in der Inspirationsleitung zwischen dem Patienten und dem Anschluss des Aerosolgenerators ein Ventil angeordnet ist. Dadurch wird erreicht, dass der Fluss vom Aerosolgenerator keine Zusatzluftströmungen in der Exspirationsleitung hervorruft und dadurch beispielsweise nicht die Messung dieses Flusses verfälschen kann.

Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und im Zusammenhang mit den nachfolgend beschriebenen Ausführungsbeispielen, in denen die Erfindung näher erläutert und beschrieben ist. Dabei zeigt in schematischer Darstellung

Fig. 1 eine erste Ausführungsform der erfindungsgemässen Anordnung und

Fig. 2 eine zweite Ausführungsform der erfindungsgemässen Anordnung und

Fig. 3 eine modifizierte dritte Ausführungsform, die an einen Respirator angeschlossen ist.

In Fig. 1 sind die Luftwege (2) eines Patienten (1) über eine Atemmaske (3) an ein Y-Stück (4) angeschlossen. Anstelle der Atemmaske kann ebenfalls ein Mundstück, eine Trachialröhre oder eine andere passende Anordnung vorgesehen sein. Das Y-Stück (4) hat einen Schenkel (5) für den Anschluss einer Inspirationsleitung (51) und einen Schenkel (6) für eine Exspirationsleitung (61). Die Exspirationsleitung ist mit einer Anordnung (62) versehen, die verhindert, dass der Patient über diese Leitung inhalieren kann. Die Anordnung (62) kann aus einem Einwegeventil bestehen. Bei Spontanatmung z. B. kann auf die Exspirationsleitung verzichtet und ein Einwegeventil direkt an den Schenkel (6) des Y-Stückes (4) angeschlossen werden. In der Leitung (61) ist ausserdem ein Filter (63) angeordnet, das verhindert, dass Aerosol über die Exspirationsleitung (61) in die Umgebung gelangt.

Die Inspirationsleitung (51) kann aus einem Schlauch oder einem anderen Hohlkörper bestehen. An die Leitung ist der Ausgang eines Aerosolgenerators (7) angeschlossen. Die Art des verwendeten Aerosolgenerators kann im Prinzip frei gewählt werden. In Fig. 1 ist beispielhaft ein Generator dargestellt, bei dem Gas aus einer Düse (71) ausströmt und Flüssigkeitströpfchen mitreisst. Der Aerosolgenerator (7) ist über eine Leitung (72) unter Zwischenschaltung eines Ventils (73) an eine hier nicht dargestellte Gasquelle angeschlossen. Das Ventil kann elektrisch oder pneumatisch gesteuert sein. Wenn das Ventil (73) geöffnet ist, wird Aerosol vom Generator (7) zur Inspirationsleitung (51) geleitet. Bei geschlossenem Ventil (73) wird die Zufuhr von Aerosol zur Inspirationsleitung (51) unterbrochen. Bei dem dargestellten Typ von Aerosolgenerator hört die Erzeugung des Aerosols ebenfalls auf. Das Ventil (73) ist über eine Steuereinrichtung (8) gesteuert, die beispielsweise elektronisch arbeitet. Dieser Steuereinrichtung (8) werden über die Leitung (81) Signale über die Phase im Atemzyklus zugeführt, das heisst ob Inspiration oder Expiration vorliegt oder eine dazwischenliegende Pause. In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel, bei dem angenommen ist, dass der Patient spontan atmet, werden diese Signale durch einen Flussmesser (9) erzeugt, der in der Exspirationsleitung (61) angeordnet ist.

Die Steuereinrichtung (8) enthält Mittel, die in bekannter Weise mit oder ohne Verzögerung ein Öffnungssignal über die Leitung (82) an das Ventil (73) abgeben, nachdem die Exspirationsphase begonnen hat. Die Steuereinrichtung (8) enthält weiterhin Einstellmittel, mit denen die Öffnungsduer des Ventils (73) einstellbar ist. Im Bedarfsfall kann die Steuereinrichtung (8) weiterhin mit Mitteln versehen werden, über die beispielsweise durch Beeinflussung des Öffnungsquerschnittes des Ventils (73) der Fluss des durch dieses Ventil hindurchströmenden Gases geregelt werden kann. Die Öffnungsseite des Ventils (73) wird im folgenden mit "Tö" bezeichnet.

Weiterhin ist in der Inspirationsleitung (51) eine Anordnung (52) vorgesehen, die verhindert, dass Gas und/oder Aerosol gegen die Inspirationsrichtung strömt und auf diese Weise aus der Gesamtanordnung austritt. Weiterhin ist die Inspirationsleitung mit einem Stellglied (10) für den Gasfluss in dieser Leitung versehen sowie mit einem Ventil (11), das von der Steuereinrichtung (8) über eine Leitung (83) seine Steuersignale erhält. Es sei an dieser Stelle bemerkt, dass auf die Anordnung (52), das Stellglied (10) für den Fluss und das Ventil (11) auch verzichtet werden kann.

Zwischen dem Schenkel (5) des Y-Stückes (4) und dem Anschluss des Aerosolgenerators (7) an die Inspirationsleitung (51) ist in dieser ein weiteres Ventil (12) vorgesehen, das seine Steuersignale über eine Leitung (84) ebenfalls von der Steuereinrichtung (8) erhält. Mit Hilfe dieser Ausführungsform kann durch Variation und Wahl einer Reihe von Parametern des Systems erreicht werden, dass das eingeatmete Aerosol nach der Inhalierung mit grösstmöglicher Genauigkeit innerhalb des für jeden Anwendungszweck vorgesehenen Abschnittes oder Bereiches der Luftwege von Munde oder Nase zu den Alveolen deponiert wird.

Durch die Wahl des Aerosolgenerators und die Beeinflussung seiner Arbeitsweise, wie beispielsweise Menge und/oder Geschwindigkeit des hindurchgeleiteten Gases, kann innerhalb eines schmalen Spektrums die Grosse der erzeugten Tröpfchen eingestellt werden. Es ist bekannt, dass der Ort, an dem sich das Aerosol in den Luftwegen sammelt, zumindest teilweise von der Tropfchengrösse abhängt. Durch Kombination des Gasflusses durch die Leitung (72), die Öffnungszeit "T₀" des Ventils (73) und das zur Verfügung stehende Volumen "V₅₁" der Inspirationsleitung (51) kann bereits in gewissen Grenzen erreicht werden, dass das Aerosol in einem bestimmten Bereich der Luftwege und/oder Lungen deponiert wird. Bei der Einstellung dieser Kombination sollte die bekannte oder abgeschätzte Grosse des Volumens "V_t" eines Atemzuges sowie die Grosse des Volumens "V_d" des Luftweges von Mund oder Nase bis zu dem Niveau, bei dem die Deponierung des Aerosols vorgesehen ist.

Wenn gewünscht wird, dass das Aerosol selektiv in den Alveolen deponiert wird, so wird der Aerosolgenerator (7) so betrieben, dass die Grosse der Tröpfchen hinreichend klein ist, um bis in das Niveau der Alveolen vorzudringen, aber wiederum nicht so klein, dass ein wesentlicher Teil dieser Tröpfchen bei der nachfolgenden Exspiration wieder ausgeatmet wird. Weiterhin werden die Werte für den Gasfluss durch die Leitung (72) und die Öffnungszeit "T₀" für das Ventil (73) so eingestellt, dass das Produkt dieser beiden Werte etwa mit dem Volumen "V₅₁" übereinstimmt. Dadurch wird erreicht, dass das zur Verfügung stehende Volumen der Inspirationsleitung während der Exspirationsphase vollständig mit Aerosol gefüllt wird. Das Volumen "V₅₁" kann dabei vorteilhafterweise so gewählt werden, dass der Wert gleich oder kleiner "V_t" – "V_d" ist.

In dem Ausführungsbeispiel gemäss Fig. 1 ist dafür beispielsweise in der Inspirationsleitung das Ventil (12) oder das nur gestrichelt angedeutete Ventil (13) vorgesehen. Beide Ventile werden wiederum von der Steuereinrichtung (8) betätigt. Durch öffnen oder Schliessen dieser Ventile ist die Möglichkeit gegeben, auf einfache Art und Weise das Volumen "V₅₁" der Inspirationsleitung zu verändern. Beispielsweise sei zunächst angenommen, dass beide Ventile geöffnet sind und das gesamte Volumen von der Anordnung (52) bis zur Atemmaske (3) mit Aerosol gefüllt ist. Dadurch wird erreicht, dass das inhaledierte Gas von Anfang an Aerosol enthält und dieses damit bis in die Alveolen vordringt. Am Ende der Inspirationsphase wird Gas inhalediert, das nicht bis zu den Alveolen reicht, sondern in dem Volumen "V_d" verbleibt. Wenn die Werte für "V_t", "V_d", "T₀" und den Gasfluss durch die Leitung (72) so gewählt sind wie oben angegeben, enthält das Atemgas im letzten Teil der Inspirationsphase kein Aerosol mehr. Dadurch wird sicher verhindert, dass Aerosol, das die Alveolen sowieso nicht mehr erreichen würde, vergeudet wird und was noch wichtiger ist, dass eine unter Umständen mehr schädliche als nützliche Ablagerung von Aerosol in den Luftwegen oberhalb der Alveolen stattfindet.

Wenn das Aerosol in anderen Bereichen des Beatmungstraktes abgelagert werden soll, werden entsprechend andere

Kombinationen der Tropfchengrösse, des Volumens "V₅₁", des Gasflusses durch den Aerosolgenerator und der Zeit "T₀" gewählt. Als Beispiel sei dafür angenommen, dass "V_d" 75 ml beträgt, das bedeutet, dass die Deponierung des

5 Aerosols innerhalb eines Luftwegbereiches geschehen soll, der 75 ml unterhalb der Atemmaske (3) beginnt und sich beispielsweise von dort ca. 100 ml in die Luftwege hinein erstreckt. Weiterhin wird in diesem Beispiel angenommen, dass das Gesamtvolume eines Atemzuges "V_t" 500 ml beträgt. Um sicher zu verhindern, dass das Aerosol weiter in die Lungen hineingelangt – beispielsweise bis zu den Alveolen – werden daher folgende Parameter gewählt:

$$\text{Fluss} \times T_0 = 100 \text{ ml}; V_{51} = (500 - 75) = 425 \text{ ml}$$

15 Zunächst wird das Volumen "V₅₁" der Inspirationsleitung entsprechend dem geforderten Wert auf 425 ml eingestellt, was beispielsweise durch die angedeuteten Ventile geschehen kann. Weiterhin werden während der Inspirationsphase die 100 ml des Volumens "V₅₁", die sich am weitesten weg vom Patienten befinden, mit Aerosol gefüllt. Die 325 ml, die sich näher am Patienten in der Inspirationsleitung befinden, enthalten dabei aerosolfreies Gas. Bei der folgenden Inspirationsphase werden zunächst 325 ml aerosolfreies Gas eingeatmet. Dieses Volumen erreicht die peripheren Teile der Lunge und Luftwege, in denen kein Aerosol deponiert werden soll. Nach den ersten 325 ml folgen 100 ml mit Aerosol, die daher den Bereich der Luftwege erreichen, in denen die Deponierung vorgesehen war. Die letzten 75 ml des Atemzuges werden über das Ventil (11) angesaugt und enthalten wiederum aerosolfreies Atemgas, wodurch in diesem oberen Teil der Luftwege die Ablagerung von Aerosol vermieden wird.

20 Im Ausführungsbeispiel der Fig. 1 ist weiterhin in der Inspirationsleitung (51) ein Stellglied (10) für den Atemgasfluss angeordnet. Durch Steuerung des Flusses während der Inspiration kann in bekannter Weise die Ablagerung des Aerosols vorteilhaft beeinflusst werden. Es ist dazu bekannt, dass ein hoher Fluss die Ablagerung in den oberen Luftwegsbereichen und ein niedriger Fluss die Ablagerung in den mehr peripheren Bereichen des Beatmungstraktes unterstützt.

25 Durch das ebenfalls im Ausführungsbeispiel gemäss der Fig. 1 vorgesehene Ventil (11) in der Inspirationsleitung (51) ist es möglich, durch einen Steuerimpuls von der Steuereinrichtung (8) dieses Ventil zu einem Zeitpunkt zu schliessen, wenn das Aerosol den für die Deponierung vorgesehenen Bereich erreicht hat. Das kann üblicherweise am Schluss der Einatmungsphase geschehen und entspricht dabei einer geregelten postinspiratorischen Pause. Es ist jedoch ebenso möglich, eine interinspiratorische Pause vorzusehen, die die Ablagerung des Aerosols in einem bestimmten Abschnitt der Luftwege noch stärker begünstigt.

30 Eine zweite Ausführungsform ist in Fig. 2 dargestellt. Gleiche Teile sind mit gleichen Bezeichnungen versehen wie in Fig. 1. Das Aerosol wird während der Exspirationsphase, während der ein Magnetventil (54) geschlossen ist, gebildet. Das Aerosol wird damit gezwungen, gegen die Strömungsrichtung des Inspirationsgases zu strömen und füllt dadurch einen Hohlraum (53), dessen Volumen so gewählt ist, dass es der Grosse des Luftwegabschnittes entspricht, in welchem das Aerosol deponiert werden soll. Der Hohlraum (53) wird durch ein Filter (58) abgegrenzt, das verhindert, dass Aerosol in die Umgebung gelangen kann. Dieses Filter nimmt dabei den Überschuss des durch $\text{Fluss} \times T_0$ bestimmten Aerosols auf, der das Volumen des Hohlraumes (53) übersteigt. Am Ende der Exspiration, die wiederum durch den Flussmesser (9) angezeigt werden kann, öffnet das Ven-

til (54) durch ein von der Steuereinrichtung (8) über die Leitung (55) an dieses abgegebene Signal. Ein Einwegeventil (59) verhindert, dass ein Patient beispielsweise bei unregelmässiger Atmung durch die Leitung (51) ausatmen kann. Während der Inspiration wird den Luftwegen damit zunächst ein Volumen mit aerosolfreiem Gas zugeführt, wobei das Volumen ausser dem in dem Schenkel (5) und dem Ventil (59) vorhandenen durch einen wählbaren Hohlraum (56) gebildet wird, das so gewählt wird, dass das aerosolfreie Atemgasvolumen einem Volumen entspricht, das während der Inspiration den tieferen Abschnitten der Lunge bzw. Atemwegen als dem Abschnitt in den Luftwegen zugeführt wird, in dem das Aerosol deponiert werden soll. Dem aerosolfreien Gas folgt dann mit Aerosol angereichertes Gas, dem wiederum erneut aerosolfreies Gas folgt, dass über das Filter (58) zugeführt wird.

Um bei dem gleichen Beispiel zu bleiben wie bei der Beschreibung gem. der Fig. 1, wird das Volumen des Hohlraumes (56) so gewählt, dass dieses zusammen mit dem Volumen des Einwegeventils (59) und des Schenkels (5) 325 ml beträgt. Das Volumen des Hohlraumes (53) beträgt in diesem Beispiel 100 ml. Das Produkt aus Fluss x Tö wird so gewählt, dass es gleich oder grösser als 100 ml ist.

Diese Ausführungsform erlaubt wiederum, dass die Atmung des Patienten so gesteuert wird, dass eine postinspiratorische Phase eintrifft, während der das Ventil (54) und ein entsprechendes Ventil (64) in der Exspirationsleitung (61) geschlossen ist.

Fig. 3 zeigt eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemässen Anordnung zum Zuführen von Aerosol, die beispielhaft an einen Respirator für künstliche oder unterstützende Ventilation der Lungen angeschlossen ist. In der Fig. 3 ist der Einfachheit halber auf die Darstellung des Patienten verzichtet worden. Gleiche Teile sind mit gleichen Bezugssymbolen versehen.

In diesem Ausführungsbeispiel sind sowohl die Inspirationsleitung (51) als auch die Exspirationsleitung (61) an einen bekannten Respirator (14) – beispielsweise einen Servoventilator 900 C der Siemens-Elema – angeschlossen. Die Anordnung (62) sowie das Stellglied für den Fluss (10) und das Ventil (11) können dann unter Umständen entfallen, wenn sie Bestandteil des Respirators (14) sind. Weiterhin ist in diesem Ausführungsbeispiel in die Inspirationsleitung ein zusätzliches Filter (57) eingefügt worden, um zu verhindern, dass Aerosol in nicht gewünschte Räume des Beatmungssystems gelangt. Im Unterschied zum Ausführungsbeispiel gemäss Fig. 1 ist die Anordnung (52) zum Verschliessen der Inspirationsleitung (51) in den Schenkel (5) des Y-Stückes (4) verlegt. Dadurch soll verhindert werden, dass während der Zufuhr von Aerosol aus dem Aerosolgenerator (7) ein unerwünschter zusätzlicher Gasstrom in der Exspirationsleitung entsteht und dabei möglicherweise die Flussmessungen verfälscht.

Der wesentliche Unterschied in diesem Ausführungsbeispiel besteht jedoch darin, dass der Aerosolgenerator (7) über mehrere Leitungen, die jeweils mit einem Ventil (75 bis 77) versehen sind, an unterschiedlichen Orten längs der Inspirationsleitung (51) an dieser angeschlossen ist. Dadurch ist es möglich, bestimmte Mengen Aerosol während der Exspirationsphase vorgesehenen Bereichen (Hohlräumen) der Inspirationsleitung (51) zuzuführen. Die Ventile (75 bis 77) sind wiederum über die Steuereinrichtung (8) und über Leitungen (85 bis 87) betätigbar. Das Gesamtvolume der Inspirationsleitung (51), die gemäss dem Ausführungsbeispiel der Fig. 2 mit Aerosol gefüllt werden kann, entspricht dem Volumen zwischen der Anordnung (52), das heisst in diesem Fall dem Einwegeventil und dem Filter (57).

Ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlas-

sen, sind auch andere Lösungen denkbar, mit deren Hilfe das Aerosol in unterschiedlichen Bereichen der Inspirationsleitung (51) gelagert werden kann.

5

Bezugssymbolenliste

- 1 Patient
- 2 Luftwege
- 3 Atemmaske
- 10 4 Y-Stück
- 5, 6 Schenkel
- 7 Aerosolgenerator
- 8 Steuereinrichtung
- 9 Flussmesser
- 15 10 Stellglied
- 11, 12, 13, 73, 75, 76, 77 Ventil
- 14 Respirator
- 51 Inspirationsleitung
- 52 Anordnung
- 20 53, 56 Hohlraum
- 54, 64 Magnetventil, Ventil
- 55, 72, 81, 82, 83, 84, 85-87 Leitung
- 59 Einwegeventil
- 61 Exspirationsleitung
- 25 62 Anordnung, Einwegeventil
- 63, 58, 57 Filter
- 71 Düse
- Tö Öffnungszeit des Ventils 73
- V51 Volumen der Inspirationsleitg. 51
- 30 Vt Volumen eines Atemzuges
- Vd Volumen des Luftweges bis zu dem Niveau, bei dem das Aerosol deponiert wird

35

Patentansprüche

1. Anordnung zur Zufuhr von Aerosol zu den Luftwegen und/oder Lungen eines Patienten mit je einer Inspirations- und einer davon getrennten Exspirationsleitung, einem an die Inspirationsleitung angeschlossenen Aerosolgenerator sowie einer Einrichtung zum Erfassen des Atemrhythmus des Patienten, über die der Aerosolgenerator derart gesteuert ist, dass das Aerosol während der Exspirationsphase erzeugt und in der Inspirationsleitung deponiert wird, dadurch gekennzeichnet, dass der Aerosolgenerator in unterschiedlichen Abständen vom Patienten an die Inspirationsleitung anschliessbar ist.
2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Aerosol in einem abgegrenzten Hohlraum (53), der einen Teil der Inspirationsleitung (51) bildet und dessen Grosses wählbar ist, deponierbar ist.
3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Teil der Inspirationsleitung (51), in dem das Aerosol deponiert ist, gegen den Teil der Inspirationsleitung (51), der am nächsten am Patienten (1) liegt und nicht mit Aerosol gefüllt wird, durch ein steuerbares Ventil (54) gegen diesen Leitungsteil abgegrenzt ist und dass das Ventil (54) während der Exspirationsphase geschlossen ist.
4. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Aerosolgenerator (7) über mindestens zwei ventilgesteuerte Leitungen mit der Inspirationsleitung (51) verbunden ist, wobei die ventilgesteuerten Leitungen an unterschiedlichen Orten entlang der Inspirationsleitung (51) in diese münden.
5. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Aerosolgenerator (7)

über ein Ventil (73) an einer Gasquelle angeschlossen ist und dass der Fluss des durch den Generator (7) hindurchströmenden Gases einstellbar ist.

6. Anordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Zeitspanne "T₀", während der das Gas durch den Generator (7) strömt, einstellbar ist. 5

7. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass zum Erfassen des Atemrhythmus ein Flussmesser (9) in der Inspirations- und/oder Exspirationsleitung (51, 61) vorgesehen ist. 10

8. Anordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Atemgasfluss während der Inspirationsphase einstellbar ist.

9. Anordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Atemgasfluss zu einem vorbestimmten 15 Zeitpunkt und für eine vorbestimmte Zeitspanne unterbrochen wird.

10. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Anordnung an einen Respirator (14) für künstliche oder unterstützende Ventilation der Luftwege (2) und/oder Lungen angeschlossen ist. 20

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

25

30

35

40

45

50

55

60

65

FIG 1

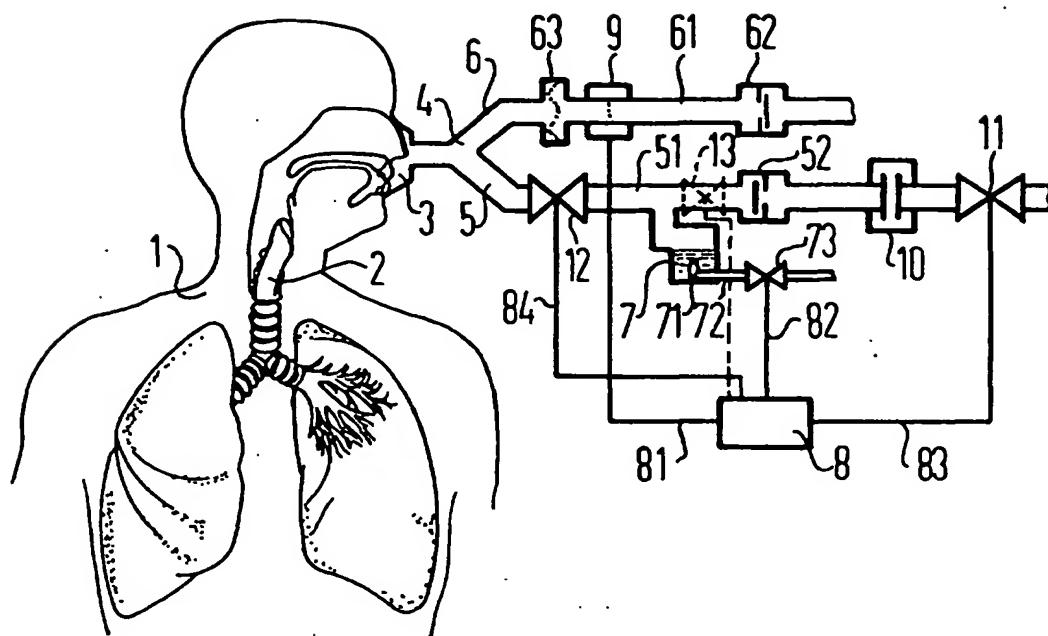


FIG 3

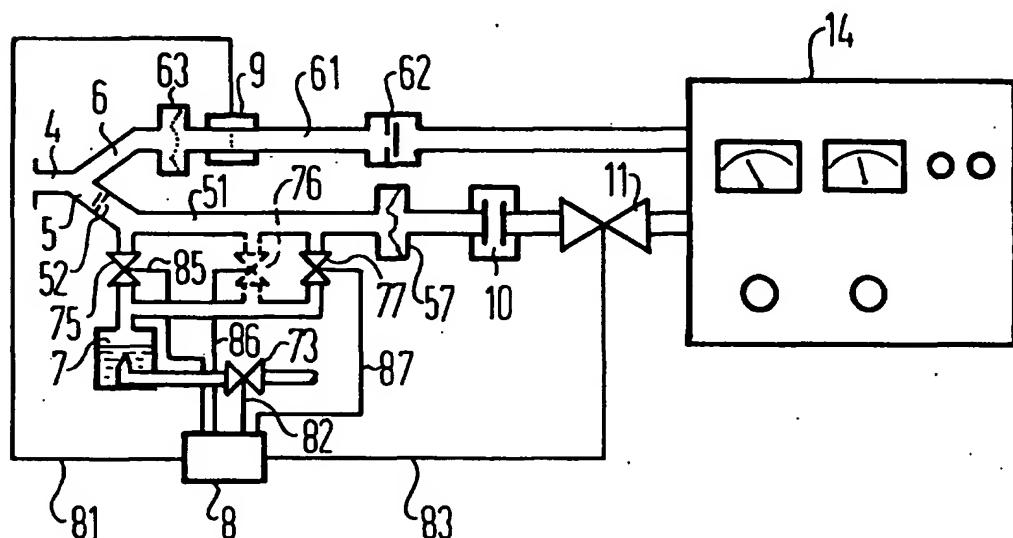


FIG 2

